

## PENENTUAN KOEFISIEN TRANSFER MASSA EKSTRAKSI KALIUM DARI ABU BATANG PISANG

Primata Mardina<sup>1)\*</sup>, Ajang Gunawan<sup>2)</sup>, dan M. Imam Nugraha<sup>2)</sup>

1) Staf pengajar Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

2) Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

\*Email: [dhiena\\_deena@yahoo.com](mailto:dhiena_deena@yahoo.com)

**Abstrak-**Kalium sebagai mineral alam bisa didapatkan dari batang pisang dengan cara ekstraksi padat-cair pada abu batang pisang menggunakan pelarut methanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pada proses ekstraksi kalium dari abu batang pisang koefisien transfer massa proses tersebut. Proses ekstraksi ini dilakukan secara batch pada labu leher tiga yang dilengkapi dengan motor pengaduk, pendingin balik, termometer dan media pemanas. Abu batang pisang sebanyak 25 gram dan metanol 250 mL dimasukkan ke dalam labu leher tiga sebagai sampel. Ekstraksi dimulai dengan memanaskan sampel sampai suhu yang diinginkan, yaitu 30°C, 45 °C dan 60 °C, kemudian motor pengaduk dijalankan pada kecepatan yang telah ditentukan. Sampel diambil dalam selang waktu tertentu 0, 15, 30, 60, 120 180 dan 240 menit. Dari proses ekstraksi kalium dapat diketahui koefisien transfer massa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien transfer massa semakin besar dengan semakin tinggi suhu operasi. Nilai koefisien transfer massa terbesar adalah 0,0235/menit pada suhu 60°C. Hubungan antara koefisien transfer massa dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dapat dinyatakan dengan persamaan dalam bentuk kelompok tak berdimensi sebagai berikut:

$$Sh = 7951,0824 \cdot Re^{0,0383} \cdot Sc^{4,0188 \cdot 10^{-10}}$$

Dengan ralat rata-rata 6,56 %

**Keywords:** Ekstraksi, kalium, abu batang pisang,

**Abstract-**Potassium is the one of chemical compounds which can be extracted from ash of pseudo stem of banana by methanol solid-liquid extraction method. The experiment investigated the effect of temperature on mass transfer coefficient of potassium extraction process from ash of banana's pseudo stem. This experiment conducted in a three necks flask which equipped with mechanical stirrer, condenser, thermometer and heating mantle. The sample was heated to desired temperature, 30°C, 45 °C and 60 °C. and maintained constant while reaction time. The reaction was timed as soon as the mechanical stirrer was turned on. Samples were drawn at specified time interval 0, 15, 30, 60, 120, 180 and 240 minutes. The result showed increasing temperature increased mass-transfer coefficient. The highest value of mass-transfer coefficient was 0,0235 /minute at 60°C. The correlation between mass transfer coefficient and investigated variables is shown in the dimensionless equation below:

$$Sh = 7951,0824 \cdot Re^{0,0383} \cdot Sc^{4,0188 \cdot 10^{-10}}$$

The average error is 6.56 %

**Keywords:** Extraction, potassium, ash of banana's pseudo stem.

### PENDAHULUAN

Di Indonesia khususnya Kalimantan Selatan tanaman pisang merupakan hasil pertanian yang banyak dan melimpah. Tanaman pisang dengan nama latin *Musa Paradiseaca* merupakan tanaman yang banyak terdapat dan tumbuh di daerah tropis maupun subtropis. Hasil utama dari tanaman pisang adalah buahnya sebagai sumber makanan, sedangkan batang atau pelepah dan daun pisang, setelah panen hanya dibuang sebagai limbah sehingga menjadi tumpukan sampah yang dapat mencemari lingkungan.

Batang pisang merupakan limbah terbesar yang diperoleh dengan nilai ekonomis yang hampir tidak ada. Hasil penelitian dari Astuti (2004) menjelaskan sumber kalium nabati yang cukup melimpah pada sektor limbah pertanian contohnya pada kulit buah kapok dan batang pisang, dan pada 2010, Mohapatra mengatakan pada batang pisang terdapat 33,4% kandungan kalium berbasis abu. Kalium pada batang pisang ini bisa diambil dengan cara ekstraksi padat-cair menggunakan suatu pelarut. Sebelum diekstraksi batang pisang terlebih dahulu dijadikan abu. Untuk

mendapatkan hasil yang maksimal dilakukan pengabuan kembali (*re-ashing*) terhadap abu batang pisang tersebut (Yoeswono, 2007).

Pada penelitian ini akan dicoba menginvestigasi pengaruh suhu operasi terhadap koefisien transfer massa pada ekstraksi mineral kalium dari abu batang pisang dengan pelarut metanol. Untuk proses ekstraksi skala laboratorium, biasanya digunakan sistem berpengaduk secara *batch*. Yoeswono (2007), Purwanti (2008), Artati (2007) dan Wibowo (2001) melakukan proses ekstraksi dalam tangki berpengaduk secara *batch*. Pada penelitian-penelitian tersebut, didapat koefisien transfer massa proses ekstraksi yang dipengaruhi berbagai macam variabel.

Ekstraksi padat cair atau *leaching* adalah proses pengambilan komponen terlarut dalam suatu padatan dengan menggunakan pelarut (Treybal, 1981). Interaksi diantara komponen terlarut dari padatan ini sangat berpengaruh pada proses ekstraksi. Pada proses ekstraksi ini, komponen terlarut yang terperangkap di dalam padatan, bergerak melalui pori-pori padatan. Zat terlarut berdifusi keluar permukaan partikel padatan dan bergerak ke lapisan film sekitar padatan, selanjutnya ke larutan. Ekstraksi kalium dari batang pisang menggunakan prinsip ekstraksi padat-cair, dimana terjadi perpindahan massa zat terlarut dari padatan ke badan cairan yang berlangsung dalam dua tahap, yaitu difusi zat terlarut dari dalam padatan ke permukaan padatan dan perpindahan massa zat terlarut dari permukaan padatan ke badan cairan.

Smith (1981) mengatakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju perpindahan massa adalah ukuran partikel padatan, di mana untuk ukuran padatan yang besar, difusi zat terlarut dari dalam padatan ke permukaan padatan lebih besar daripada difusi dari permukaan padatan ke badan cairan. Sebaliknya pada ukuran padatan yang kecil difusi zat terlarut dari dalam padatan ke permukaan padatan lebih kecil daripada difusi dari permukaan padatan ke badan cairan. Kadar zat terlarut dalam pelarut makin lama semakin besar sampai keadaan setimbang. Untuk butir padatan yang cukup kecil dapat diambil asumsi bahwa konsentrasi zat terlarut dalam padatan selalu homogen. Dengan demikian perpindahan massa atau difusi dalam padatan dianggap tidak mengontrol perpindahan massa secara keseluruhan, jadi dalam hal ini harga  $k_L a$  merupakan factor yang menentukan.

Perpindahan massa pada ekstraksi padat-cair merupakan fungsi dari dua fase yang berkontak atas dasar perbedaan konsentrasi zat terlarut diantara kedua fase tersebut. Sistem

yang digunakan untuk proses ekstraksi padat-cair adalah batch.

Neraca massa

$$R_{\text{input}} - R_{\text{output}} + R_{\text{reaction}} = R_{\text{accumulation}} \quad (1)$$

$$0 - 0 + k_L \cdot A_s (C_S * -C_L) = \frac{d(C_L \cdot V_L)}{dt} \quad (2)$$

$$k_L \cdot A_s (C_S * -C_L) = C_L \frac{dV_L}{dt} + V_L \frac{dC_L}{dt} \quad (3)$$

Asumsi tidak ada perubahan volum terhadap waktu,  $dv_L/dt = 0$ . Konsentrasi kalium dalam padatan akan berkesetimbangan dengan konsentrasi kalium dalam larutan pada waktu tak berhingga,

$$k_L \cdot \frac{A_s}{V_L} (C_S * -C_L) = \frac{dC_L}{dt} \quad (4)$$

$$\frac{A_s}{V_L} = a \quad (5)$$

$$k_L a \cdot (C_S * -C_L) = \frac{dC_L}{dt} \quad (6)$$

Dengan mengetahui hubungan  $C_L$  dengan waktu ( $t$ ) maka dapat dicari harga  $k_L a$  yang diasumsikan konstan dalam kisaran waktu yang ditinjau, sehingga persamaan di atas dapat diintegrasikan

$$\frac{dC_L}{(C_S * -C_L)} = k_L a \cdot dt \quad (7)$$

$$-\ln(C_S * -C_L) = k_L a \cdot dt \quad (8)$$

Harga koefisien transfer massa ( $k_L a$ ) untuk proses ekstraksi kalium dari abu batang pisang ini dapat dicari dengan program linierisasi dari persamaan (8).

Menurut Gamse (2002) variabel-variabel yang mempengaruhi koefisien transfer massa antarfasa pada proses ekstraksi padat-cair dengan menggunakan tangki ber-pengaduk adalah sifat *thermal* dan *physicochemical* bahan, bentuk geometri bahan, suhu operasi, densitas larutan, viskositas larutan, difusivitas larutan, diameter pengaduk, diameter butir padatan, kecepatan putar pengaduk. Hubungan antara variabel-variabel dapat dinyatakan dengan persamaan bilangan tak berdimensi dengan analisis sebagai berikut:

$$k_L a = f(\rho, \mu, D_m, dp, db, N) \quad (9)$$

Persamaan (9) dapat dinyatakan dengan hubungan antara kelompok tak berdimensi sebagai berikut:

$$k_L a = K \cdot \rho^a \cdot \mu^b \cdot D_m^c \cdot dp^d \cdot db^e \cdot N^f \quad (10)$$

Dengan sistem MLT, maka diperoleh:

$$T^{-1} = K.[ML^{-3}]^a.[ML^{-1}T^{-1}]^b.[L^2T^{-1}]^c.[L]^d.[L]^e.[T^{-1}]^f \quad (11)$$

Dimensi ruas kiri dan ruas kanan dari persamaan (11) harus sama, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$M : 0 = a + b$$

$$a = -b \quad (12)$$

$$L : 0 = -3a - b + 2c + d + e \quad (13)$$

Persamaan (12) disubstitusi ke persamaan (13):

$$0 = 2b + 2c + d + e$$

$$d = -2b - 2c - e \quad (14)$$

$$T : -1 = -b - c - f \quad (15)$$

Persamaan (12) disubstitusikan ke persamaan (15):

$$-1 = a - c - f$$

$$c = 1 + a - f \quad (16)$$

Persamaan (12) dan (16) disubstitusikan ke persamaan (14):

$$d = -2 - e + 2f \quad (17)$$

Persamaan (12), (16) disubstitusi ke persamaan (10):

$$k_L a = K. \rho^a. \mu^{-a}. D_m^{1+a-f}. dp^{-2-e+2f}. db^e. N^f \quad (18)$$

$$k_L a = K. \left[ \frac{\rho. D_m}{\mu} \right]^a. \left[ \frac{db}{dp} \right]^e. \left[ \frac{N. dp^2}{D_m} \right]^f. \left[ \frac{D_m}{dp^2} \right] \quad (19)$$

$$\frac{k_L a. dp^2}{D_m} = K. \left[ \frac{\rho. D_m}{\mu} \right]^a. \left[ \frac{db}{dp} \right]^e. \left[ \frac{N. dp^2}{D_m} \right]^f. \left[ \frac{\rho}{\mu} \right]^f. \left[ \frac{\mu}{\rho} \right]^f \quad (20)$$

$$\frac{k_L a. dp^2}{D_m} = K. \left[ \frac{\rho. D_m}{\mu} \right]^a. \left[ \frac{db}{dp} \right]^e. \left[ \frac{N. dp^2. \rho}{\mu} \right]^f. \left[ \frac{\mu}{\rho. D_m} \right]^f \quad (21)$$

$$\frac{k_L a. dp^2}{D_m} = K. \left[ \frac{N. dp^2. \rho}{\mu} \right]^f. \left[ \frac{\mu}{\rho. D_m} \right]^{f-a}. \left[ \frac{db}{dp} \right]^e \quad (22)$$

Bila:

$$f = M$$

$$f - a = N$$

$$e = O$$

maka:

$$\frac{k_L a. dp^2}{D_m} = K. \left[ \frac{N. dp^2. \rho}{\mu} \right]^M. \left[ \frac{\mu}{\rho. D_m} \right]^N. \left[ \frac{db}{dp} \right]^O \quad (23)$$

$$Sh = K. Re^M. Sc^N. \left[ \frac{db}{dp} \right]^O \quad (24)$$

Dikarenakan ukuran diameter tetap maka  $[db/dp]^O$  diabaikan, sehingga menjadi

$$Sh = K. Re^M. Sc^N \quad (25)$$

Difusivitas zat terlarut ke dalam pelarut didekati dengan persamaan Wilke-Chang (Treybal, 1981):

$$D_m = \frac{(117,3 \times 10^{-18}). (\varphi M_B)^{0.5} T}{\mu v_A^{0.6}} \quad (26)$$

Dengan:

$D_m$  = difusivitas zat A ke dalam zat B,  $cm^2/detik$

$\varphi$  = faktor asosiasi pelarut (methanol = 1,9)

$M_B$  = berat molekul pelarut

$T$  = Suhu,  $^{\circ}K$

$\mu$  = viskositas larutan,  $g/cm.detik$

$v_A$  = volume zat terlarut molal pada titik didih normal,  $cm^3/gmol$

Selanjutnya dari data yang didapat akan digunakan untuk menentukan konstanta-konstanta pada persamaan (25), yang menggambarkan kondisi dari proses ekstraksi padat-cair kalium dari abu batang pisang.

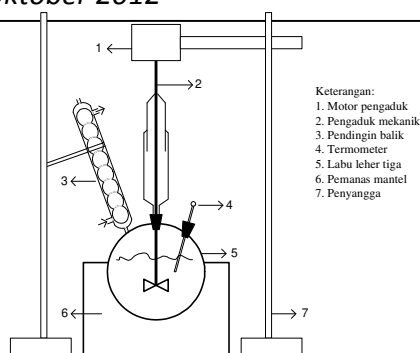
## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu batang pisang yang didapatkan dari limbah pertanian banjarbaru dan metanol sebagai pelarut, didapatkan dari laboratorium operasi teknik kimia, program studi teknik kimia, fakultas teknik, universitas lambung mangkurat, banjarbaru.

### Alat

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat ekstraksi yang terdiri dari labu leher tiga, pendingin balik, motor pengaduk, termometer, dan media pemanas.



Gambar 1. Rangkaian alat ekstraksi

### Prosedur Kerja

Pelepah batang pisang dipotong-potong dan dibersihkan kemudian dikeringkan beberapa hari dengan sinar matahari sampai kering untuk menghilangkan kadar airnya. Kemudian difurnace selama 4 jam pada suhu 700°C, setelah itu didinginkan. Abu pepeluh batang pisang diayak dengan lolos ayakan 710 micron, setelah itu dipanaskan dengan oven selama 2 jam dengan suhu 110°C, lalu didinginkan kembali. Setelah itu abu pepeluh batang pisang dimasukkan ke *furnace* kembali (*reashing*) pada suhu 700°C selama 4 jam lalu didinginkan. Abu pepeluh batang pisang dengan lolos ayakan 710 micron yang telah diabukan kembali (*re-ashing*) diambil sebanyak 25 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan ditambahkan pelarut methanol sebanyak 250 mL. Pemanas mantel dihidupkan sampai suhu operasi yang diinginkan, air pendingin dinyalakan, motor pengaduk dinyalakan dengan kecepatan putaran 400 rpm. Sampel diambil tiap interval waktu yang telah ditentukan (0, 15, 30, 60, 120, 180, 240 menit) sebanyak 25 mL, kemudian diendapkan dan bagian beningan sampel dianalisa kadar kaliumnya. Perlakuan dilakukan tiga kali dengan cara yang sama pada variabel suhu yaitu 30°C, 45°C dan 60°C.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

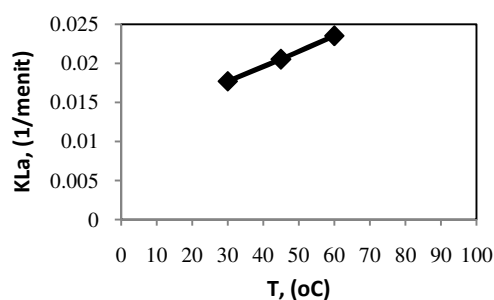
Pengaruh suhu dan waktu operasi terhadap koefisien transfer massa proses ekstraksi kalium dipelajari pada kisaran suhu 30°C, 45°C dan 60°C, dan waktu operasi dari 0 sampai 240 menit, sedangkan kecepatan pengadukan, berat abu batang pisang dan volume pelarut dibuat tetap.

Tabel 1. Harga koefisien transfer massa pada berbagai suhu

| T (°C) | $k_L a$ (1/menit) |
|--------|-------------------|
| 30     | 0.0177            |
| 45     | 0.0205            |
| 60     | 0.0235            |

Data hasil penelitian pada tabel 1 menunjukkan suhu berbanding lurus dengan koefisien transfer massa. Plot harga koefisien transfer massa versus suhu akan menghasilkan grafik pada gambar 2.

Semakin meningkatnya suhu operasi maka kalium yang dihasilkan akan semakin meningkat. Dari hasil yang didapat sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Artati (2007) semakin besar suhu operasi maka zat hasil ekstraksi yang didapatkan akan semakin banyak. Begitu pula halnya dengan semakin meningkatnya suhu maka koefisien transfer massa juga semakin meningkat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara koefisien transfer massa dengan suhu

Dalam proses ekstraksi kalium ini faktor yang paling berperan adalah transfer massa zat terlarut dari permukaan padatan melintasi film cairan menuju ke badan cairan. Dengan semakin tipisnya film cairan, transfer massa zat terlarut menuju badan cairan akan semakin cepat sebab jarak perpindahannya semakin kecil. Adanya pengadukan pada proses ekstraksi kalium ini dimaksudkan untuk memberikan turbulensi pada sistem ekstraksi sehingga akan menyebabkan penurunan ketebalan film cairan pada permukaan padatan. Sedangkan meningkatnya suhu operasi akan meningkatkan daya larut suatu zat terlarut ke dalam pelarut dan juga akan memperbesar koefisien transfer massa pada proses ekstraksi (Artati, 2007).

Data hasil perhitungan tersebut di atas, selanjutnya digunakan untuk menentukan persamaan hubungan antara koefisien transfer massa dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dalam bentuk kelompok tak berdimensi. Analisis perhitungan menggunakan metode regresi multivariabel, dengan hasil:

$$Sh = 7951,0824 \cdot Re^{0,0383} \cdot Sc^{4,0188 \cdot 10^{-10}} \quad (27)$$

Dengan ralat rata-rata 6,56 %.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian ekstraksi kalium dari abu batang pisang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar suhu operasi maka akan semakin besar pula koefisien transfer massa ( $k_L a$ ).
2. Koefisien transfer massa ( $k_L a$ ) yang dihasilkan pada tiap suhu 30°C, 45°C dan 60°C adalah 0,01773978; 0,02048283 dan 0,02353915 1/menit.
3. Hubungan antara koefisien transfer massa dengan variabel-variabel yang mempengaruhinya dapat dinyatakan dengan persamaan dalam bentuk kelompok tak berdimensi sebagai berikut:

$$Sh = 7951,0824 \cdot Re^{0,0383} \cdot Sc^{4,0188 \cdot 10^{-10}}$$

Dengan ralat rata-rata 6,56 %

### Saran

Untuk mendapatkan hasil kalium yang optimum dan efektif dari segi penggunaan pelarut, maka perlu dilakukan percobaan dengan menggunakan pelarut yang berbeda sehingga dapat membandingkan hasil yang didapatkan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, yang telah memberikan fasilitas demi kelancaran jalannya penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Naby, S.K.M. 2000, "Effect of banana compost as organic manure on growth, nutrients status, yield and fruit quality of Maghrabi banana". *Assiut J. Agric. Sci. (EGY)*, Vol.31(3), hal. 101-114.

Artati, E.K dan Fadilah. 2007, "Pengaruh Kecepatan Putar Pengadukan dan Suhu

Operasi pada Ekstraksi Tanin dari Jambu Mete dengan Pelarut Aseton", *Ekulilibrium*, Vol.6 (1), hal. 33-38.

Astuti Widi, suryani Eni, 2004, "Pembuatan Pupuk Kalium dari Abu Pelepah Batang Pisang, Beleran dan Udara", *Buletin LIPI IPT*, Lampung.

Browning, B.,L., 1966, "Methods of Wood Chemistry". Vol I, II., Interscience Publishers. New York

Brown, G.G., 1958, "Unit Operation", 3rd Editions, McGraw Hill International Book Company, Tokyo.

Gamse, T., 2002, "Liquid-liquid Extraction and Solid-Liquid Extraction", Institute of Thermal Process and Enviromental Engineering, Graz University of Technology, hal 2-24.

Guenther, E., 1987, "Minyak Atsiri", Diterjemahkan oleh R.S. Ketaren dan R.Mulyono. Jakarta, UI Press.

Kirk, R.,E., and R.,F. Othmer, 1998, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th Ed. John Willey and Sons Ltd., Canada

Mohapatra D, Mishra S & Sutar N., 2010, "Banana and Its by-product Utilisation : An Overview", *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 69, hal. 323-329.

Oliveira L, Cordeiro N, Evtuguin D V, Torres I C & Silvestre A J D, 2007, "Chemical Composition of Different Morphological Parts from 'Dwarf Cavendish' Banana Plant and Their Potential as A Non-wood Renewable Source of Natural Products", *Ind Crops Prod*, Vol.26(2), hal.163-172.

Perva-Uzunalić, A.,M, dkk., 2006, "Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine", *Food Chem.*, Vol. 96(4), hal. 597-605.

Purwanti, Ani, 2008, "Optimasi Kondisi Proses Ekstraksi Minyak Biji Pepaya", *Jurnal Teknologi Technoscintia*, Vol. 1 (1), hal. 78-84.

Risnasari, Iwan, 2002, "Tannin", Fakultas Pertanian, Prodi Ilmu Kehutanan, Universitas Sumatera Utara.

- Smith, J. M., 1981, "Chemical Engineering Kinetics", Mc. Graw Hill, Singapore.
- Treyball, R.,E., 1981, "Mass Transfer Operation", 3rd edition. Mc. Grow Hill. Singapore.
- Ultra, V. U., D. M. Mendoza, and A. M. Briones, 2005, "Chemical changes under aerobic composting and nutrient supplying potential of banana residue compost", *Renewable Agriculture and Food Systems*. Vol. 20(2), hal. 113-125.
- Wibowo, W.,A., 2001, "Ekstraksi Tanin dari Biji Buah Pinang dalam Tangki Berpengaduk", Laporan Penelitian Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia UNS, Surakarta.
- Wilson, I.,D, dkk., 2000, "Encyclopedia of Separation Science", Academic-Press. New York.
- Yoeswono, Triyono dan Tahir, I., 2007. "Pemanfaatan limbah abu tandan kelapa sawit sebagai katalis basa pada pembuatan biodiesel dari minyak sawit", *J. Manusia dan Lingkungan*, Vol. 14(2), hal 55-67.